

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

**Návrh řešení vybraných částí sklápěcí nástavby
silničních vozidel**

Design of Selected Parts of Cargo Vehicle Body

Student:

Jan Jílovec

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Michal Richtář

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Šumperku dne 20.5.2009

.....

Prohlašuji, že:

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- беру на вѣдоміі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové (bakalářské) práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдоміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Šumperku dne 20.5.2009

.....

Jan Jílovec

Radomilov 46

789 63 Ruda nad Moravou

Anotace

JÍLOVEC, J. Návrh řešení vybraných částí sklápěcí nástavby silničních vozidel. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 36 s. Bakalářská práce, vedoucí: Richtář, M.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem řešení vybraných částí třístranné sklápěcí nástavby na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6. Práce obsahuje stručné seznámení s požadavky kladenými na sklápěcí nástavby, jejich jednoduché rozdělení a v hlavní části se věnuje konkrétnímu návrhu řešení pomocného rámu a hydraulické soustavy na toto vozidlo, včetně použitých materiálů, technologií, montáže a s dodržáním podmínek daných zákazníkem. Část práce zahrnuje také srovnání dvou výrobců dodávajících hydraulické komponenty na náš trh a to firmy Penta a Hyva.

Klíčová slova: sklápěcí nástavba, IVECO Trakker, pomocný rám, hydraulická soustava

Annotation

JÍLOVEC, J. Design of Selected Parts of Cargo Vehicle Body. Ostrava: Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 36 p. Bachelor thesis, head: Richtář, M.

The main goal of this bachelor thesis is to design selected dumper body parts of the IVECO Trakker 260T41W 6x6. The thesis contains a brief categorization of the requirements for a dumper body and their basic differentiation. The main part discusses a concrete solution concept of the auxiliary frame and the hydraulic set of this vehicle, including the used materials, technologies, its assembly and the compliances with customer demands. Furthermore the thesis includes the comparison between two producers that deliver hydraulic components to our market, namely Penta and Hyva.

Keywords: dumper body, IVECO Trakker, auxiliary frame, hydraulic set

Seznam použitého značení

C	[mm]	teoretický zdvih válce
CNC	[-]	Computer Numerical Control
L1	[mm]	celková délka sklápěcí nástavby
L2	[mm]	vzdálenost středu lůžka hydraulického válce od konce nástavby
L3	[mm]	vzdálenost středu hydraulického válce od středu otočného čepu
MIG/MAG	[-]	Metall Inert Gas/Metall Aktiv Gas
PTO	[-]	Power Take Off
SA	[-]	stupeň přípravy povrchu
S1	[-]	jednostranná sklápěcí nástavba
S2	[-]	dvoustranná sklápěcí nástavba
S3	[-]	třístranná sklápěcí nástavba
3D	[-]	trojrozměrná
α	[°]	maximální úhel vyklopení nástavby

Obsah

1.	Úvod.....	5
2.	Požadavky na sklápěcí nástavby silničních vozidel.....	6
2.1.	Legislativní požadavky.....	6
2.2.	Instrukce pro nástavbáře.....	6
2.3.	Požadavky zákazníka.....	6
3.	Rozdělení sklápěcích nástaveb.....	8
3.1.	Rozdělení dle použití.....	8
3.2.	Rozdělení dle způsobu vyklápění nákladu	8
3.3.	Rozdělení dle celkové hmotnosti vozidla.....	8
3.4.	Rozdělení dle způsobu provedení a typu otevírání bočnic a zadního čela	9
3.5.	Rozdělení dle způsobu uložení sklápěcí nástavby na pomocném rámu.....	9
4.	Popis sklápěcí nástavby na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6.....	10
4.1.	Parametry sklápěcí nástavby	11
4.2.	System bočnic a zadního čela, umístění rezervního kola	11
4.3.	Výpočet těžiště sklápěcí nástavby a jeho umístění.....	12
5.	Návrh pomocného rámu	15
5.1.	Výkresová dokumentace.....	15
5.2.	Konstrukce pomocného rámu.....	15
5.3.	Materiály pomocného rámu.....	16
5.4.	Svařování pomocného rámu	16
5.5.	Povrchová úprava pomocného rámu	16
5.6.	Montáž pomocného rámu na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6.....	17
6.	Návrh hydraulické soustavy	19
6.1.	Schéma hydraulické soustavy.....	19

6.2.	Ovládací prvky umístěné v kabině	20
6.3.	Pomocný pohon, čerpadlo	21
6.4.	Rozvaděč, omezovač zdvihu	22
6.5.	Hydraulický válec.....	23
7.	Závěr	34
8.	Seznam použité literatury.....	35
9.	Přílohy	36

Seznam obrázků

Obrázek 1: IVECO Trakker 260T41W6x6	10
Obrázek 2: Automatický uzávěr zadního čela	11
Obrázek 3: Upevnění sloupků	12
Obrázek 4: Ukázka programu TrailerWIN	13
Obrázek 5: Ukázka programu TrailerWIN	13
Obrázek 6: Tuhá spojení	17
Obrázek 7: Měkké spojení	18
Obrázek 8: Schéma hydraulické soustavy	19
Obrázek 9: Pákový pneumatický ovladač	21
Obrázek 10: Pomocný pohon	21
Obrázek 11: Schéma funkce rozvaděče	22
Obrázek 12: Ovládací mechanismus	23
Obrázek 13: Hydraulický válec	24
Obrázek 14: Parametry sklápěcí nástavby	25
Obrázek 15: Hydraulický válec Penta	26
Obrázek 16: Hydraulický válec Hyva	28
Obrázek 17: Použité třídy oceli	29
Obrázek 18: Kardanový kříž	32
Obrázek 19: Objímka se zajištěním	33

Seznam tabulek

Tabulka 1: Komponenty hydraulické soustavy	20
Tabulka 2: Části hydraulického válce	25
Tabulka 3: Hodnoty parametrů sklápěcí nástavby	25
Tabulka 4: Technické parametry hydraulického válce Penta	27
Tabulka 5: Technické parametry hydraulického válce Hyva	29
Tabulka 6: Vlastnosti použitých tříd oceli	30
Tabulka 7: Porovnání značek Penta a Hyva	31
Tabulka 8: Technické parametry kardanového kříže	33
Tabulka 9: Technické parametry objímky a zajištění	33

1. Úvod

V České republice je během příštích let plánována výstavba a rozšiřování dálniční sítě a silnic dálničního typu. S tím přímo souvisí výstavba dalších logistických a technických zařízení při těchto komunikacích. Proto se očekává velká poptávka po stavebních strojích a po vozidlech schopných tuto techniku transportovat a dále pak po vozidlech vhodných k přepravě sypkých stavebních či zemních materiálů, což umožňují vozidla osazená sklápěcí nástavbou.

U těchto nástaveb jsou kladeny vysoké nároky na pevnost a nosnost, dlouhou životnost, snadnou ovladatelnost, dostupný servis a v neposlední řadě také na design. Je třeba převážet velké množství materiálu na dlouhé vzdálenosti a počítat s omezeným prostorem pro manipulaci s vozidlem na stavbách, proto se jako nejvýhodnější a ekonomicky dostupné jeví sklápěcí nástavby převážně třístranného typu.

Výrobou těchto nástaveb se zabývá celá řada evropských firem, které se snaží uspokojit narůstající požadavky zákazníků na funkčnost a spolehlivost nástaveb.

Tato bakalářská práce se zabývá návrhem řešení pomocného rámu a hydraulické soustavy na vozidlo IVECO Trakker AD 260T41W 6x6.

2. Požadavky na sklápěcí nástavby silničních vozidel

Komplexní přehled požadavků pro výrobu sklápěcích nástaveb není přesně definován. Výrobce se řídí požadavky zákazníka a zároveň zákonnými ustanoveními, předpisy bezpečnosti a ochrany zdraví a instrukcemi jednotlivých výrobců silničních vozidel pro nástavbáře. Všechny tyto uvedené zdroje nejsou v žádném případě úplné a slouží pouze pro informaci.

2.1. Legislativní požadavky

Legislativními požadavky se velmi obecně zabývá Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ze dne 11. července 2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích [1].

Na nástavby silničních vozidel je zaměřena především část první – úvodní ustanovení, kde jsou vysvětleny základní pojmy pro účely této vyhlášky, dále část druhá – schvalování technické způsobilosti, která se zabývá homologací vozidel a jejich konstrukčních částí a částečně část třetí – technické požadavky a technické podmínky, kde jsou uvedeny největší povolené hmotnosti a rozměry silničních vozidel [1].

2.2. Instrukce pro nástavbáře

Instrukce pro nástavbáře jsou z hlediska požadavků na nástavby nejvíce propracované. Každý výrobce si tyto instrukce zpravidla vytváří sám tak, aby splňovaly všechny normy a ustanovení. U výroby sklápěcích nástaveb není nutný významný zásah do konstrukce podvozku vozidla. Především je zapotřebí dodržovat tyto parametry: přípustná celková hmotnost, přípustné zatížení náprav, standardní délka sklápěcí nástavby, standardní přesah rámu, standardní přesah vozidla, maximální úhel sklopení a použití přípustného materiálu pro výrobu pomocného rámu.

2.3. Požadavky zákazníka

K tomu, aby byla výroba nástavby správně a rychle realizována, je třeba zjistit od zákazníka přesné požadavky na nástavbu. Nejlepší možností je osobní setkání se zákazníkem, kde mu jsou prezentovány přesné technické údaje, možnosti výroby a varianty provedení budoucí nástavby. Druhou a nejčastěji používanou metodou je vyplnění zákaznického formuláře, který může zákazník najít na internetových stránkách výrobce, nebo je mu zaslán

pomocí e-mailu nebo pošty. Jeden z různých typů formulářů vytvořený pro firmu KIPPERTECH – užitkové nástavby s.r.o. obsahuje příloha této bakalářské práce.

3. Rozdělení sklápěcích nástaveb

S rozvojem nových technologií, nových materiálů a se zvyšujícími se nároky zákazníků na funkčnost, spolehlivost a dlouhou životnost, dochází k neustálému zdokonalování již existujících typů sklápěcích nástaveb a k vývoji nových.

Přesné rozdělení sklápěcích nástaveb neexistuje, protože je lze rozdělovat podle mnoha různých kritérií. V této bakalářské práci uvádím jednoduché základní rozdělení.

3.1. Rozdělení dle použití

Sklápěcí nástavby lze podle použití rozdělit do tří základních kategorií:

- nástavby určené do lomů a těžkého stavebnictví,
- nástavby pro lehké stavebnictví určené pro převoz sypkých materiálů a sutí,
- nástavby určené pro převoz zemědělských komodit.

3.2. Rozdělení dle způsobu vyklápění nákladu

Sklápěcí nástavby se vyrábí ve dvou základních provedeních:

- S1 - které umožňuje sklopení na zadním čepu pouze v jednom směru dozadu, mailer je u této nástavby umístěn před předním čelem, existuje i varianta DUMPER používaná převážně pro odvoz zeminy, která může být opatřena dvojitou podlahou vyhřívanou výfukovými plyny,
- S3 - umožňuje sklopení do tří stran, v dnešní době nejpoužívanější a nejčastěji vyráběný systém.

Existuje i méně používaná varianta S2, u které je možnost sklápění dozadu nebo do levé strany, aby měl řidič výhled na vyklápěný materiál, pravá strana nemá otevíratelné bočnice.

3.3. Rozdělení dle celkové hmotnosti vozidla

- nástavby lehké - na vozidla s celkovou hmotností do 3,5 t,
- nástavby středně těžké - na vozidla s celkovou hmotností od 3,5 t do 18 t,
- nástavby těžké - na vozidla s celkovou hmotností od 18 t do 48 t.

3.4. Rozdělení dle způsobu provedení a typu otevírání bočnic a zadního čela

Sklápěcí nástavby lze osadit několika typy bočnic od lehkých hliníkových až po těžké svařované s výztužnými žebry a z otěruvzdorných materiálů. Bočnice mohou být vysoké 0,6 m až 1,3 m. Větší výška bočnic je řešena montovanými nástavky. Bočnice jsou standardně podélně dělené nebo vcelku, u těžších bočnic s kombinovaným otvíráním jsou kvůli své hmotnosti svisle dělené sloupkem.

Všechny nástavby lze vybavit mechanickým, pneumatickým i hydraulickým otvíráním bočnic i zadního čela.

3.5. Rozdělení dle způsobu uložení sklápěcí nástavby na pomocném rámu

- sklápěcí nástavby uložené na koulích,
- sklápěcí nástavby uložené na vidlicích,
- sklápěcí nástavby uložené na čepech (používané u sklápěcích nástaveb typu S1).

4. Popis sklápěcí nástavby na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6

Na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6, viz obrázek 1 [2], byla zákazníkem objednána třístranná sklápěcí nástavba pro převážení lehkého stavebního materiálu a materiálu uloženého na europaletách standardního rozměru 1200 mm x 800 mm. Dalším požadavkem byla montáž hydraulické ruky mezi kabinu a sklápěcí nástavbu vozidla, proto bylo třeba přizpůsobit rozměry nástavby této podmínce. Zvolil jsem hydraulickou ruku typu Palfinger Crane PK 10000 Performance. Montáž bude provedena specializovanou firmou.



Obrázek 1: IVECO Trakker 260T41W6x6

Sklápěcí nástavba je celoodcelová svařovaná konstrukce, která se skládá ze čtyř základních částí: pomocného rámu, jehož problematika je řešena v kapitole páté, sklápěcího roštu s podlahou, systému bočnic a hydraulického obvodu, který je řešen v kapitole šesté.

4.1. Parametry sklápěcí nástavby

Po konzultaci se zákazníkem jsem stanovil následující parametry sklápěcí nástavby:

- vnitřní rozměr nástavby 4 800 mm x 2 420 mm,
- vnější rozměr nástavby 4 915 mm x 2 540 mm,
- výška bočnic 800 mm,
- objem nástavby 9,3 m³,
- materiál podlahy - ocelový plech tloušťky 5 mm, jakost XAR 400 W,
- materiál bočnic – ocelový plech tloušťky 3 mm, jakost QStE 700 TM,
- nosnost nástavby 14 000 kg
- hmotnost nástavby 2 020 kg.

Materiál podlahy nástavby jsem zvolil ořezavzdorný s ohledem na její další využití ve stavebnictví, tzn. možnost převážení těžkého a tvrdého materiálu (např. šterk). Jako materiál bočnic navrhuji jemnozrnnou konstrukční ocel opracovanou za studena.

4.2. Systém bočnic a zadního čela, umístění rezervního kola

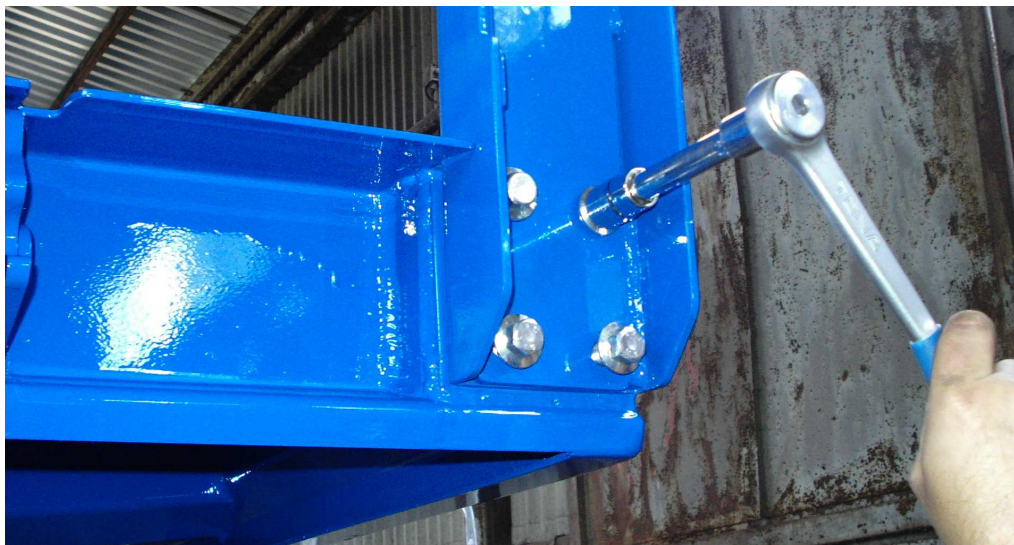
Bočnice navrhuji na obou stranách jednodílné s kombinovaným otevíráním, tzn. že je lze vyklopit podél horní nebo dolní osy v závislosti na vyklápeném materiálu. Zadní čelo bude jednodílné se spodním otevíráním a bude zde použit automatický uzávěr zadního čela při sklápění nástavby, který je zobrazen na obrázku 2 [2].



Obrázek 2: Automatický uzávěr zadního čela

V obou případech bude s ohledem na cenovou kalkulaci použito otevírání mechanické, které nevyžaduje tak složitou konstrukci a použití drahých ovládacích prvků jako u hydraulického a pneumatického otevírání nebo jejich kombinace.

Sloupky budou na žádost zákazníka odnímatelné, tzn. upevněné pomocí šroubů a ne přivařené jako je obvyklé u sklápěcích nástaveb, z důvodu možnosti převážení velkoobjemových nákladů nestandardních rozměrů. Šroubové spojení je zobrazeno na obrázku 3 [2].



Obrázek 3: Upevnění sloupků

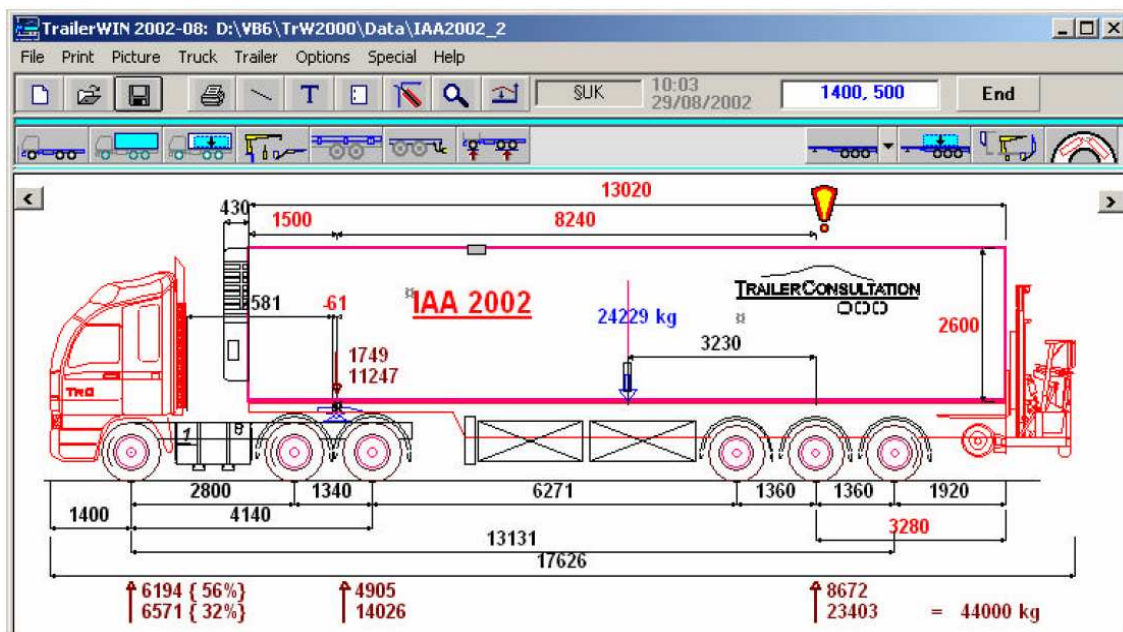
Na předním čele sklápěcí nástavby na pravou stranu navrhuji umístit rezervní kolo, které bude mechanicky ovládané standardně dodávaným ovladačem firmy TRANS-TECHNIK spol.s r.o.

Umístění na pravou stranu jsem zvolil z bezpečnostních důvodů. Z této strany je bezpečnější a pohodlnější manipulace s rezervním kolem, protože řidič stojí u krajnice a nehrozí mu nebezpečí ze strany projíždějících vozidel.

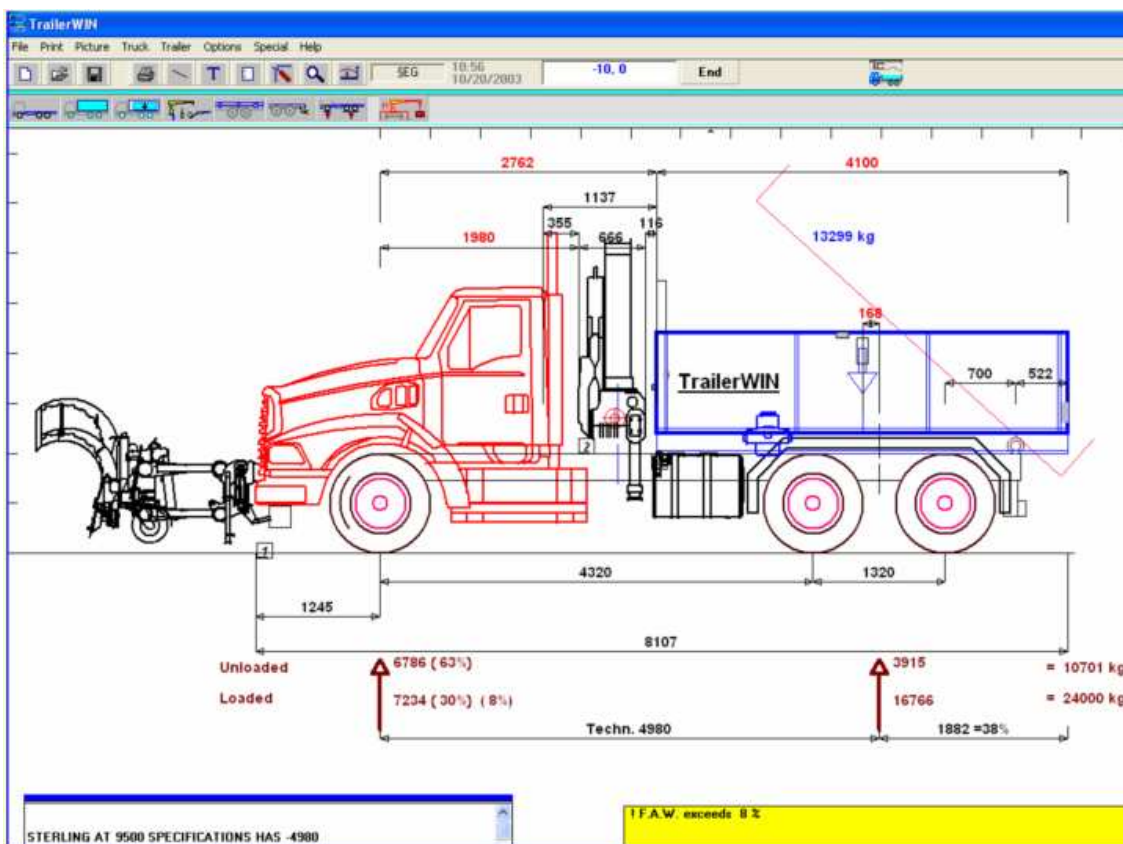
4.3. Výpočet těžiště sklápěcí nástavby a jeho umístění

Výpočet těžiště sklápěcí nástavby je důležitý jak pro výrobu pomocného rámu, tak pro výrobu samotné sklápěcí nástavby. V tomto případě je konkrétní výpočet poměrně složitý a rozsáhlý, protože je zde nutno počítat i s hmotností hydraulické ruky, kterou si zákazník objednal. Je možno ho provést v programu Microsoft Office Excel nebo TrailerWIN. Druhý program je pro naše účely výhodnější, protože komunikuje s konstrukčním programem

SolidWorks a výpočet je rychlejší a jednodušší. Ukázka tohoto programu je na obrázku 4 a 5 [3].



Obrázek 4: Ukázka programu TrailerWIN



Obrázek 5: Ukázka programu TrailerWIN

Jak výpočtem v programu Microsoft Office Excel tak v programu TrailerWIN dojdeme ke stejnému výsledku. Celý postup v této práci pro jeho rozsáhlost neuvádím. Po vložení konkrétních parametrů jako jsou pohotovostní hmotnost vozidla, dovolené zatížení náprav, užitečné zatížení vozidla, rozvor náprav, umístění a hmotnost hydraulické ruky jsem došel k výsledku, že těžiště sklápěcí nástavby, které je umístěno ve vzdálenosti 2 673 mm od konce nástavby, je optimální umístit na vozidle ve vzdálenosti 324 mm od osy zadní dvounápravy.

5. Návrh pomocného rámu

Pomocný rám slouží jako mezičlánek nutný pro usazení sklápěcí nástavby na samotný podvozek vozidla. Pomocné rámy jsou konstruovány pro konkrétní typ podvozku, který je zpravidla u každé značky vozidla rozdílný, proto je třeba postupovat dle instrukcí pro nástavbáře a jejich výkresové dokumentace.

K návrhu konstrukce nástavby na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6 použiji počítač značky DELL vybavený operačním systémem MS Vista Business a konstrukčním programem SolidWorks Premium, který umožňuje 3D konstrukci, pohybové simulace a pevnostní výpočty.

5.1. Výkresová dokumentace

Pomocný rám budu navrhovat dle přiložené výkresové dokumentace, kterou lze získat na základě registrace firmy u výrobce vozidla, nebo v mém případě doložením výkresové dokumentace od zákazníka, který si sklápěcí nástavbu objednal, viz příloha bakalářské práce.

5.2. Konstrukce pomocného rámu

Pro výrobu komponentů na pomocný rám využiji některou z firem, která se zabývá zpracováním plechů nejmodernějšími dělicími a tvářecími technologiemi. Výhodou těchto firem je zpracování plechů o maximálních rozměrech až 7 500 mm x 2 500 mm x 20 mm na CNC laserových strojích CNC ohraňovacích lisech. Tento způsob výroby komponentů se mi jevil jako nejekonomičtější a nejlépe využitelný. Při využití této technologie odpadá jakékoliv vrtání, broušení a další operace a díly jsou přímo použitelné pro vložení do sestavy pomocného rámu.

Pomocný rám musí kopírovat obrys hlavního rámu a nesmí přesáhnout vnější šířku rámu podvozku. Pomocný rám musí rovně doléhat na rám hlavní.

Pomocný rám na vozidlo je tvořen ze dvou hlavních podélných nosníků, dvou příčníků pro uložení ložisek sklápěcí nástavby, dalších příčníků k uložení hydraulického válce a jiných hydraulických komponentů, z upínacích prvků ke spojení s rámem vozidla a z výztuh všech těchto dílů.

Přesný přehled jednotlivých komponentů včetně názvů, rozměrů, počtu kusů a použitého materiálu lze vložit do tabulky. Po označení jednotlivých dílů číslem výkresu

a pozicí lze tuto tabulku použít jako tzv. kusovník pro usnadnění objednávání stejných dílů při další výrobě a pro zjednodušení komunikace mezi výrobcem nástaveb a dodavatelem dílů.

5.3. Materiály pomocného rámu

Podle instrukcí pro nástavbaře a vlastní zkušenosti je vhodné použít pro výrobu pomocného rámu ocelové materiály s mezí kluzu vyšší než 350 N/mm², protože při sklápění nástavby nedochází výhradně k přímkovému zatížení a vyskytují se zde i bodové zátěže, které by při použití materiálu s menší mezí kluzu mohly způsobit trvalou deformaci některých částí pomocného rámu.

Materiál pro pomocný rám na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6 jsem zvolil ocel S 460 (QStE 460).

5.4. Svařování pomocného rámu

Veškeré kompletační a svařečské práce budou provedeny svářečkami MIG/MAG pro svařování ocelových konstrukcí. Při sestavování a svařování pomocného rámu je nutno použít stoly opatřené upínacími prvky, které mají zabránit nežádoucím deformacím.

5.5. Povrchová úprava pomocného rámu

Velký důraz je kladen na ochranu povrchu proti opotřebení a korozi, která ovlivňuje životnost a samozřejmě i vzhled pomocného rámu. Kvalita nástřiku pomocného rámu by měla odpovídat kvalitě podvozku vozidla. Povrchová úprava by měla mít následující strukturu: čistý, odmaštěný, vypískovaný povrch, nástřik základní barvou a krycí lak.

V mém případě použiji pískování na požadovanou čistotu SA 2,5, která mi zaručí dokonalou přilnavost dalších aplikovaných materiálů.

Jako základní barvu jsem zvolil antikorozní základní nástřik na bázi epoxysterové pryskyřice s vysokým obsahem zinkového prachu (92-94 %), který je po proschnutí přelakovatelný mimo jiné dvousložkovými krycími laky a je odolný proti olejům a benzínům.

Jako krycí lak použiji dvousložkový polyurethanový lak na bázi vysoce elastického polyesteru, který má vysokou povětrnostní a chemickou odolnost.

5.6. Montáž pomocného rámu na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6

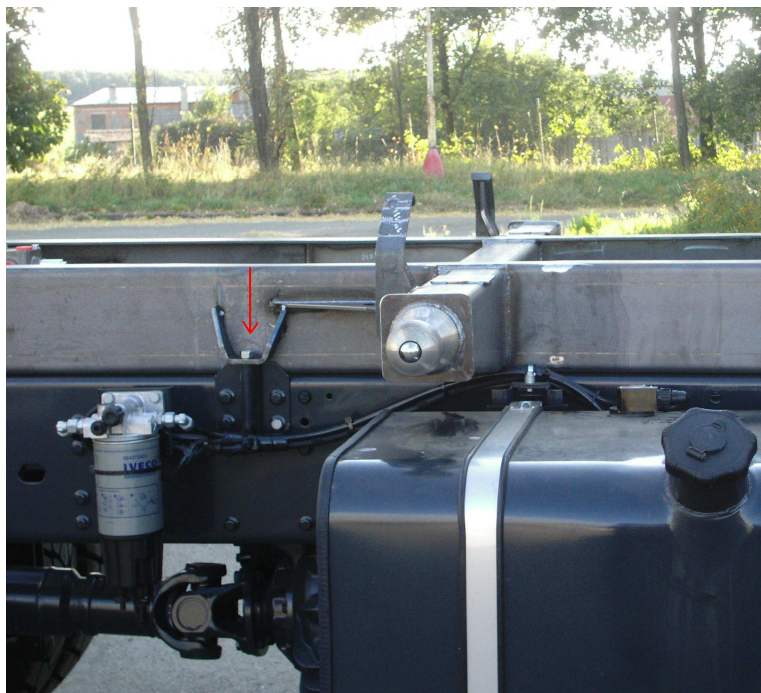
Pro montáž pomocného rámu na podvozek vozidla se používají dva způsoby spojení – měkké a tuhé. Měkké spojení umožňuje relativní pohyb mezi pomocným rámem a podvozkem. Spojení tuhé tento pohyb vylučuje, protože v místě spojení je profil pomocného rámu a podvozku brán jako jeden celek.

V mém případě je nutné použít oba dva druhy spojení, protože se jedná o sklápěcí nástavbu, u které při provozu a manipulaci dochází k přesunu zatížení a ke změnám těžiště. K největšímu zatížení dochází v oblasti uložení hydraulického válce, nad nápravami a pod příčnicí pro uložení ložisek sklápěcí nástavby. Do těchto tří míst na každé straně rámu jsem navrhl použití tuhých spojení, která jsou označena červenou šipkou na obrázku 6 [2].



Obrázek 6: Tuhá spojení

Pro měkká spojení jsem využil pět míst, které byly určeny a současně připraveny výrobcem vozidla. Jedno z míst měkkého spojení je opět zvýrazněno červenou šipkou na obrázku 7 [2].



Obrázek 7: Měkké spojení

Pro tuhé upevnění pomocného rámu k podvozku nelze použít všech otvorů předvrtaných výrobcem, protože nejsou umístěny v poloze odpovídající poloze konzoly navařené na pomocném rámu.

Po navrtání odpovídajících otvorů o průměru $16\text{ mm} + 0,2\text{ mm}$ navrhuji použít šrouby M16x35 mm pro tuhá spojení. Pro měkká spojení bych použil šrouby M16x90. Oba rozměry šroubů mají stoupání 1,5 mm s pevnostní třídou 10,9 a s šestihrannou hlavou. Matice navrhuji použít samosvorné s nylonovou podložkou a se stejnou pevnostní třídou jako u šroubů. Utahovací momenty jsou dány výrobcem vozidla. V tomto případě je utahovací moment 250 N/m.

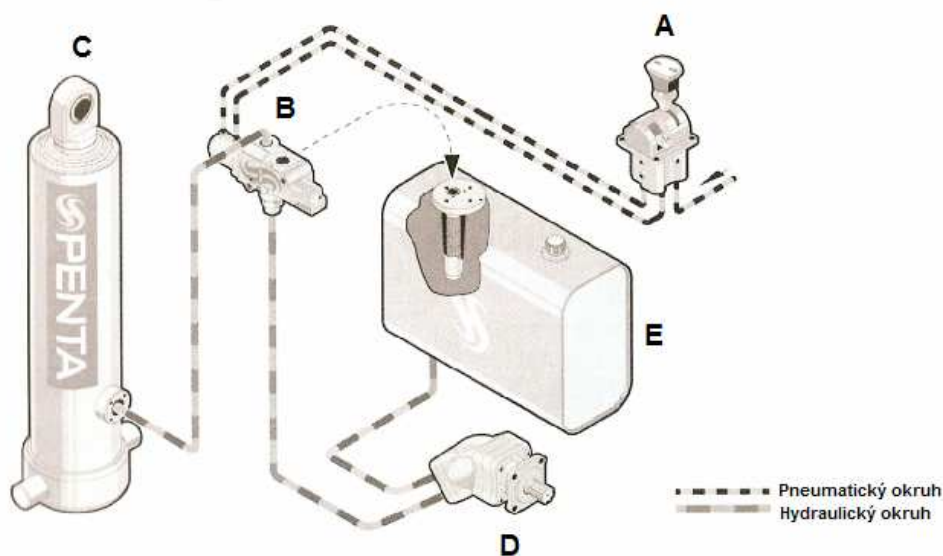
6. Návrh hydraulické soustavy

Pro co nejlepší využití a bezpečnou manipulaci se sklápěcí nástavbou je důležitá správná volba jednotlivých komponentů hydraulické soustavy a jejich zapojení a seřízení. Vozidlo IVECO Trakker je od výrobce vybaveno pomocným pohonem tzv. PTO, který je ovládaný vypínačem umístěným v palubní desce, a olejovou nádobou od specializované firmy, která prováděla montáž hydraulické ruky typu Palfinger Crane PK 10000 Performance. Tyto prvky je nutné použít. V této práci se budu věnovat zejména problematice volby hydraulického válce a srovnání dvou nejvýznamnějších výrobců hydraulických válců dostupných na našem trhu.

6.1. Schéma hydraulické soustavy

U vozidla IVECO Trakker navrhují použít jednohadicovou vysokotlakou soustavu. Jednohadicový systém je specifický tím, že k hydraulickému válci vede jedna vysokotlaká hadice, kterou je zajištěn přívod i odvádění oleje při manipulaci s nástavbou. Hydraulická soustava je doplněna pneumatickým okruhem, pomocí kterého je zajištěno její ovládání z kabiny vozidla.

Schéma hydraulické soustavy je znázorněno na obrázku 8 [4] a jednotlivé komponenty jsou uvedeny v tabulce 1.



Obrázek 8: Schéma hydraulické soustavy

A	Pákový pneumatický ovladač
B	Hydraulický rozvaděč a omezovač zdvihu
C	Hydraulický válec
D	Hydraulické čerpadlo
E	Olejová nádrž s filtrem

Tabulka 1: Komponenty hydraulické soustavy

6.2. Ovládací prvky umístěné v kabině

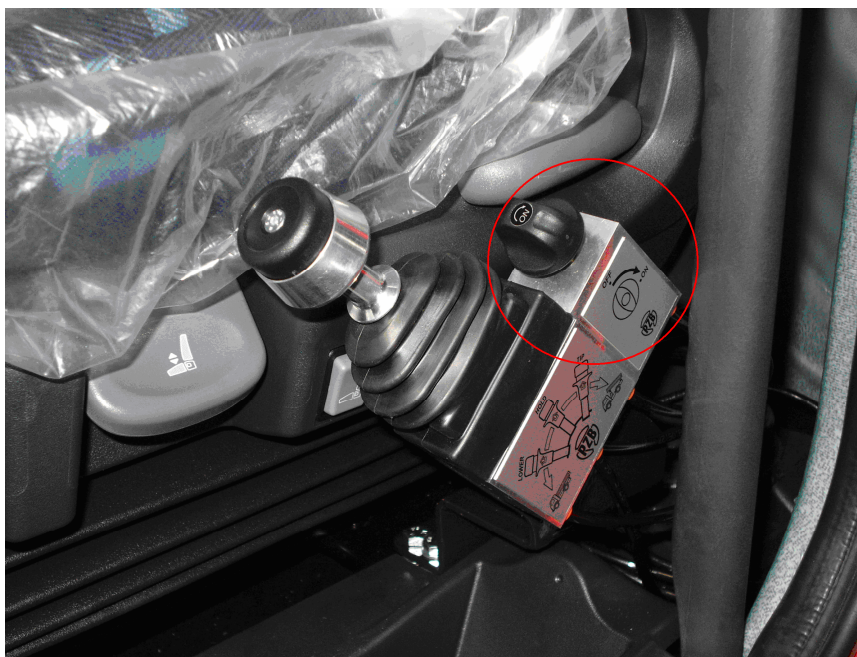
V kabině vozidla jsou umístěny dva ovládací prvky – již zmíněný vypínač, který ovládá vedlejší náhon, a pákový pneumatický ovladač, který umožňuje manipulaci se sklápěcí nástavbou. Ten může být doplněn dalšími přídatnými moduly, které se podílejí na ovládání dalších vedlejších zařízení.

Pákový pneumatický ovladač by měl splňovat několik podmínek. Měl by být přiměřených rozměrů vhodných do zástavby v kabině, dále by měl být dobře a co nejjednodušeji ovladatelný a měl by se hodit do interiéru kabiny.

Z těchto důvodů navrhuji použít ovladač vyrobený italskou firmou PZB Business Unit of INTERPUMP HYDRAULICS S.p.A. typu 0.00.04.030.00, který obsahuje i přídatný modul, využitý v našem případě pro ovládání hydraulické ruky.

Ovladač bude umístěn vlevo vedle sedadla řidiče, kam je výrobcem přivedeno vzduchové potrubí.

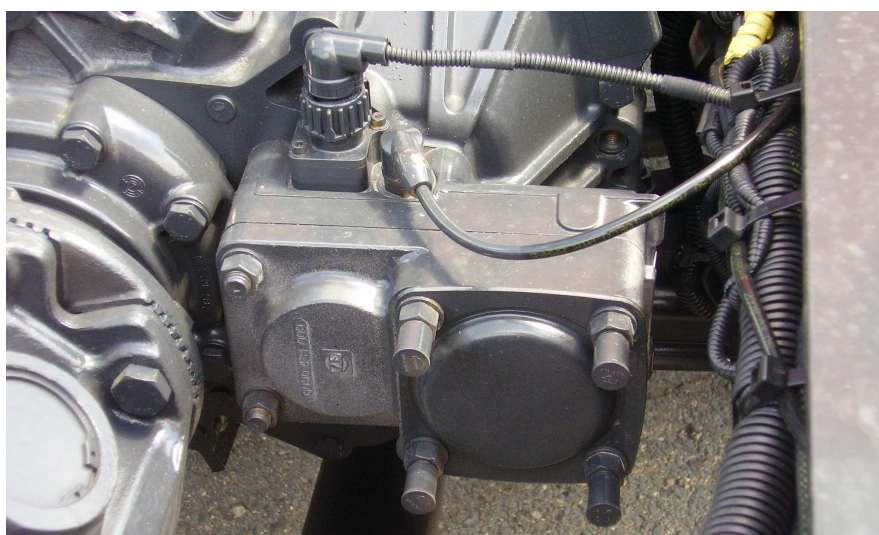
Ovladač je zobrazen na obrázku 9 [2], přídatný modul je zvýrazněn červeně.



Obrázek 9: Pákový pneumatický ovladač

6.3. Pomocný pohon, čerpadlo

Pomocný pohon, tzv. PTO, spojuje převodovku s čerpadlem, popř. s jiným hnaným strojem. Tímto zařízením je již vozidlo IVECO Trakker vybaveno od výrobce, což usnadňuje práci nástavbáře a je jednodušší díky tomu zvolit parametry čerpadla. Je standardně připevněno přímo na převodovou skříň vozidla, viz obrázek 10 [2].



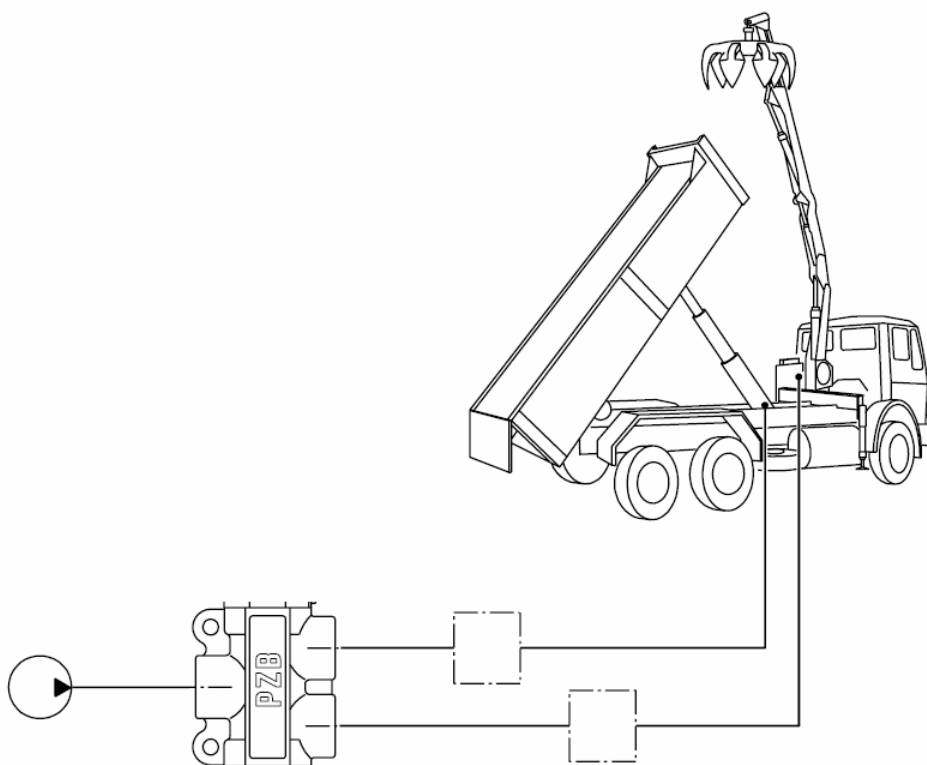
Obrázek 10: Pomocný pohon

Vzhledem k pomocnému pohonu navrhuji zvolit pístové čerpadlo značky PZB typ 3.1.6.1.037.2.0.00 – 37 l ISO 35 MPa, které je možno použít pro vysoké tlaky nebo tam, kde

jsou zvýšené nároky na provoz a opotřebení. Také se snadno montuje do malého prostoru, protože má vstupní i výstupní port na čelním krytu a je kompatibilní s pomocným pohonem. Dávám přednost pístovému čerpadlu před zubovým z důvodu potřeby vysokého tlaku pro pohon hydraulické ruky.

6.4. Rozvaděč, omezovač zdvihu

V našem případě je třeba použít rozdělovací ventil firmy PZB typu 3.3.1.061.01.00, který slouží k přesměrování tlaku k hydraulické ruce nebo k hydraulickému válci a zároveň je sdružen s omezovačem zdvihu. Navrhuji ho umístit jako jeden komponent na středovou příčku pomocného rámu a doplnit ovládacím mechanismem. Funkce rozvaděče je znázorněna na obrázku 11 [5].



Obrázek 11: Schéma funkce rozvaděče

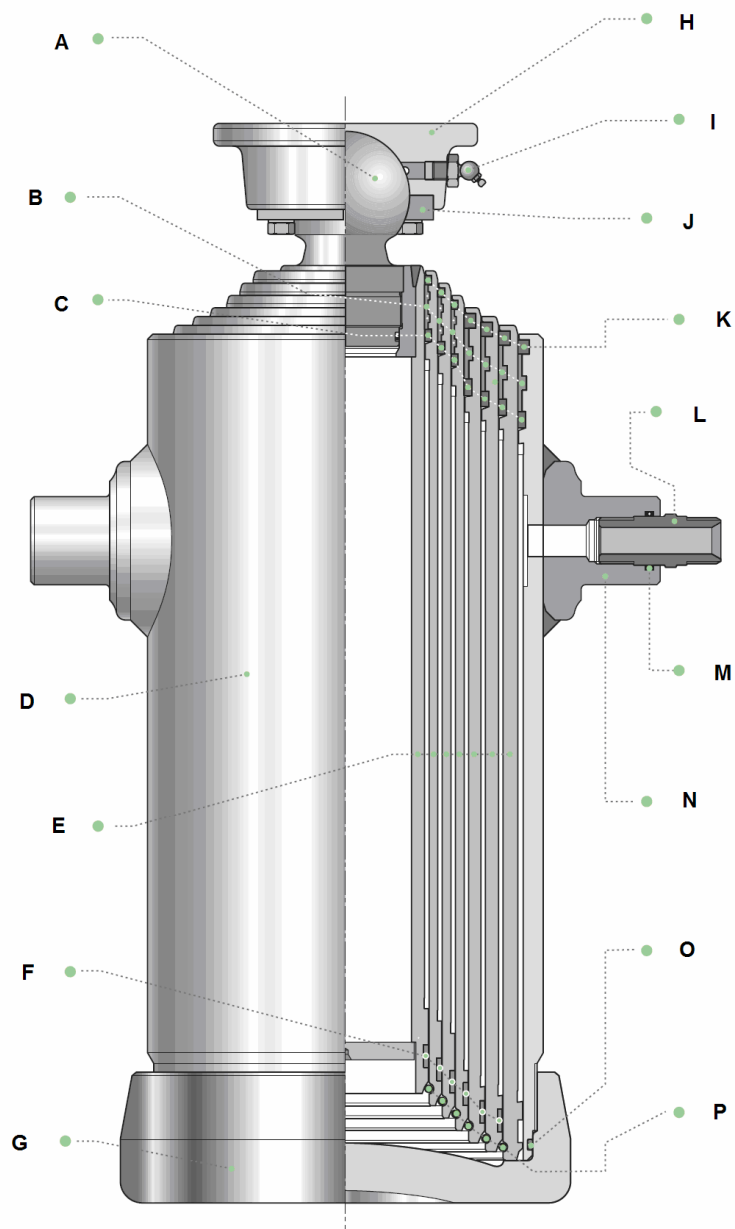
Při sklápění nástavby dochází k naklápění hydraulického válce a současně i kardanu, ve kterém je válec uložený. Kardan tlačí na pákový mechanismus, který ovládá přes táhlo píst omezovače zdvihu. Při dosažení nastaveného úhlu sklopení nástavby dojde vlivem polohy pístu k přepouštění tlakového oleje zpět do tlakové nádoby a k přerušení zdvihu hydraulického válce. Ovládací mechanismus je zobrazen na obrázku 12 [2].



Obrázek 12: Ovládací mechanismus

6.5. *Hydraulický válec*

Hydraulický válec nebo-li mailer je nejdůležitější a finančně nejnákladnější částí hydraulické soustavy. Proto je nutné ho správně zvolit. U třístranné sklápěcí nástavby musí být vždy umístěn pod nástavbou. Dalšími kritérii jsou zdvih válce, nosnost a zástavbové rozměry maileru do pomocného rámu. Jeho jednotlivé části jsou detailně znázorněny na obrázku 13 [4] a popsány v tabulce 2.



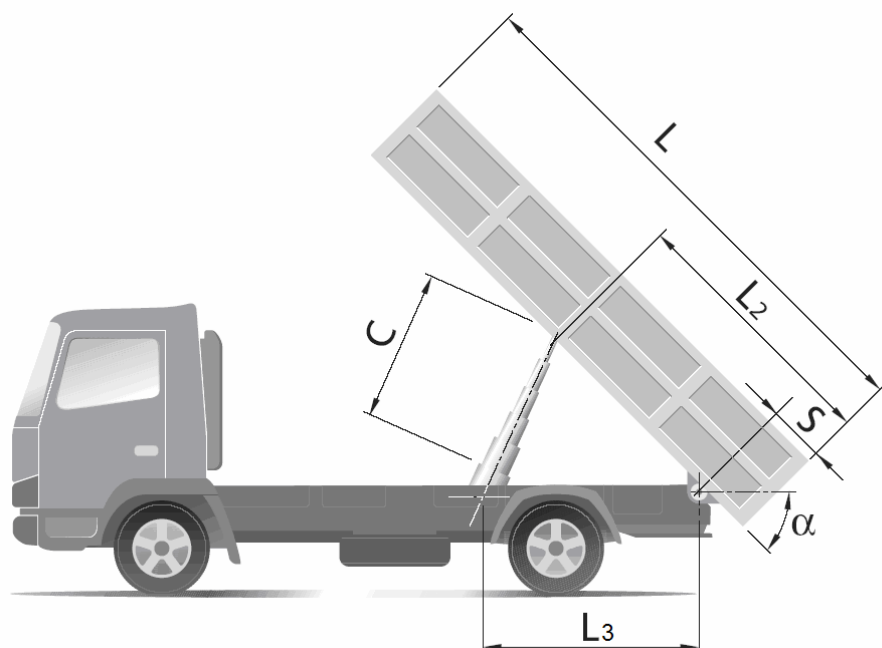
Obrázek 13: Hydraulický válec

A	Koule	I	Maznice
B	Horní vodící kroužky	J	Zajišťovací kroužek koule
C	Polyuretanové těsnící kroužky	K	Stírací kroužky
D	Pouzdro hydraulického válce	L	Výkyvná přípojka oleje
E	Stupně (písty) hydraulického válce	M	Těsnící kroužek

F	Spodní vodící kroužky	N	Čep
G	Dno hydraulického válce	O	Těsnící kroužek
H	Kulové lože	P	Ocelové pojistné kroužky

Tabulka 2: Části hydraulického válce

Při volbě výšky zdvihu hydraulického válce je třeba znát celkovou délku sklápěcí nástavby (L_1), maximální úhel vyklopení nástavby (α), vzdálenost středu lůžka maileru od konce nástavby (L_2), vzdálenost středu maileru od středu otočného čepu (L_3) a teoretický zdvih válce (C), viz obrázek 14 [4].



Obrázek 14: Parametry sklápěcí nástavby

V našem případě odpovídají parametry následujícím hodnotám uvedeným v tabulce 3 dle výkresové dokumentace:

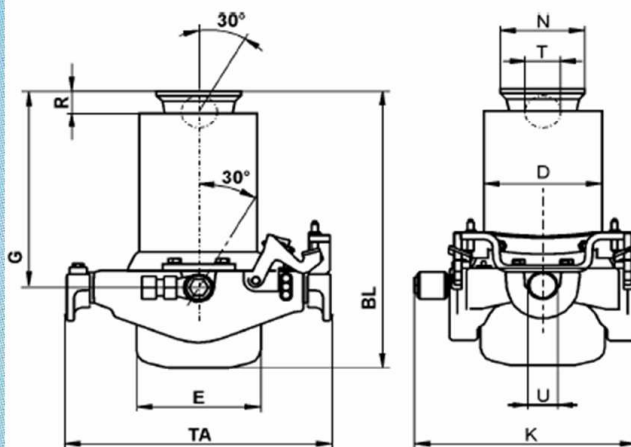
L1 [mm]	L2 [mm]	L3 [mm]	S [mm]	C [mm]	α [°]
4 915	2 490	2 100	573	2 011	50

Tabulka 3: Hodnoty parametrů sklápěcí nástavby

Výrobní kód	1SC19										
Typ	SC1/9										
Počet stupňů	9										
Zdvih jednotlivých stupňů [mm]	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Max.	
	220	225	225	220	211	213	205	200	193	1 912	
Rozměry [mm]	L	A		B		C		D		R	E
	436	242		194		153		150		245	73
Max.výklopná hmotnost při 12,5 MPa	17 800 [kg]										
Provozní tlak	12,5 [MPa]										
Max.tlak	17,5 [MPa]										
Hmotnost válce	122 [kg]										
Zdvihový objem [36,2 [dm³]										

Tabulka 4: Technické parametry hydraulického válce Penta

Firma Hyva nabízí odpovídající hydraulický válec typu 167/7 R2067P/U1P, znázorněný na obrázku 16 [6]. Technické parametry jsou vypsány v tabulce 5.



Obrázek 16: Hydraulický válec Hyva

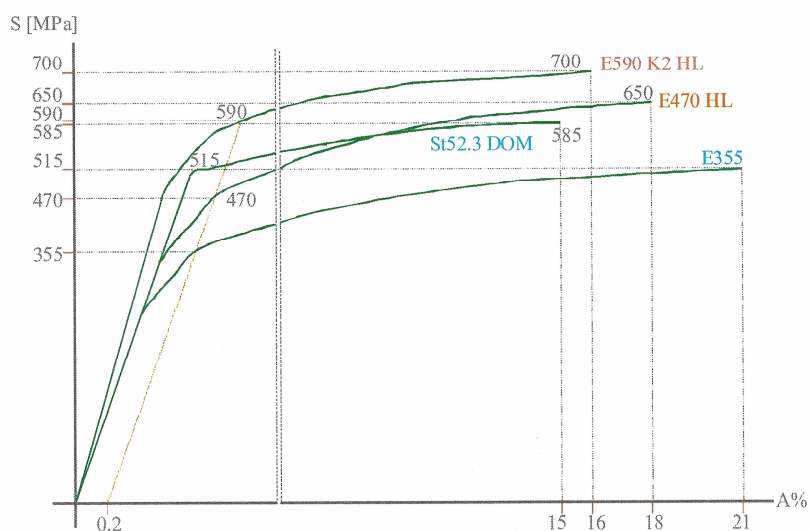
Výrobní kód	R2067P/U1P									
Typ	167/7									
Počet stupňů	6									
Průměr pístů jednotlivých stupňů [mm]	I		II		II		IV		V	
	167		145		125		107		90	
Rozměry [mm]	BL	G	D	E	R	TA	K	U	N	T
	469	324	196	207	37	472	370	50	100	60

Max.výklopná hmotnost při 27,5 MPa	17 500 [kg]
Provozní tlak	27,5 [MPa]
Max.tlak	30 [MPa]
Hmotnost válce	132.5 [kg]
Zdvihový objem	20.8 [dm ³]
Max.zdvih [mm]	1 960

Tabulka 5: Technické parametry hydraulického válce Hyva

Výhody hydraulických válců firmy Penta:

- firma Penta používá vyšší třídu oceli, která má vyšší pevnost při válcování za tepla a tažení za studena, rozdíl je znázorněn v grafu na obrázku 17 [4] a vlastnosti jednotlivých tříd oceli jsou uvedeny v tabulce 6,



Obrázek 17: Použité třídy oceli

Materiál	Pevnost v tahu [Mpa]	Smluvní mez kluzu [Mpa]	Prodloužení [%]	Výrobce
E470 HL	650	470	18	PENTA
E590 K2 HL	700	590	16	PENTA
St52.3	585	520	15	HYVA

Tabulka 6: Vlastnosti použitých tříd oceli

- firma Penta má větší překrytí jednotlivých stupňů při výsuvu, což zvyšuje stabilitu při působení bočních sil oproti válcům Hyva a prodlužuje životnost,
- firma Penta používá odolnější těsnění stupňů válce,
- firma Penta používá pevnější stop kroužky, které dokážou lépe odolávat nárazům jednotlivých stupňů při výsuvu, Hyva stop kroužky se dříve deformují a zkracuje se tak jejich životnost,
- firma Penta má jednotlivé stupně maileru soustružené z vnější i vnitřní strany, Hyva je má svařované,
- firma Penta používá dva vodící a dva těsnící kroužky, Hyva používá jeden těsnící a jeden vodící kroužek,
- firma Penta uvádí méně reklamací,
- firma Penta se ve větší míře zabývá vývojem nových technologií.

Výhody hydraulických válců firmy Hyva:

- třístranné vysokotlaké válce Hyva mají díky zaoblené konstrukci vnějšího obalu menší zástavbovou výšku při výkyvu než vícestupňové válce Penta,
- firma Hyva používá rozdíly mezi průměry jednotlivých stupňů 22 mm - 26 mm, zatímco firma Penta 15 mm, z čehož vyplývá, že stupně Hyva mají silnější stěnu a lépe odolávají bočnímu zatížení (jsou méně náchylné k deformaci),

- válce firmy Hyva mají integrovaný omezovač zdvihu na kardanovém kruhu, který je standardně pneumatický, což umožňuje snadnější montáž a nastavení,
- firma Hyva má v ČR větší zastoupení a více prodejních míst,
- výhodnější cena hydraulických válců.

Pozitiva (+) a negativa (-) obou značek jsou přehledně znázorněna v tabulce 7.

Kritéria	Penta	Hyva
Jakost použité oceli	+	-
Překrytí jednotlivých stupňů při výsuvu	+	-
Síla stěny jednotlivých stupňů	-	+
Způsob opracování stupňů válce	+	-
Počet těsnících a vodících kroužků	+	-
Těsnění jednotlivých stupňů válce	+	-
Integrovaný omezovač zdvihu	-	+
Zástavbové rozměry	-	+
Nižší poruchovost (reklamace)	+	-
Vývoj nových technologií	+	-
Zastoupení v ČR	-	+
Cena hydraulického válce	-	+

Tabulka 7: Porovnání značek Penta a Hyva

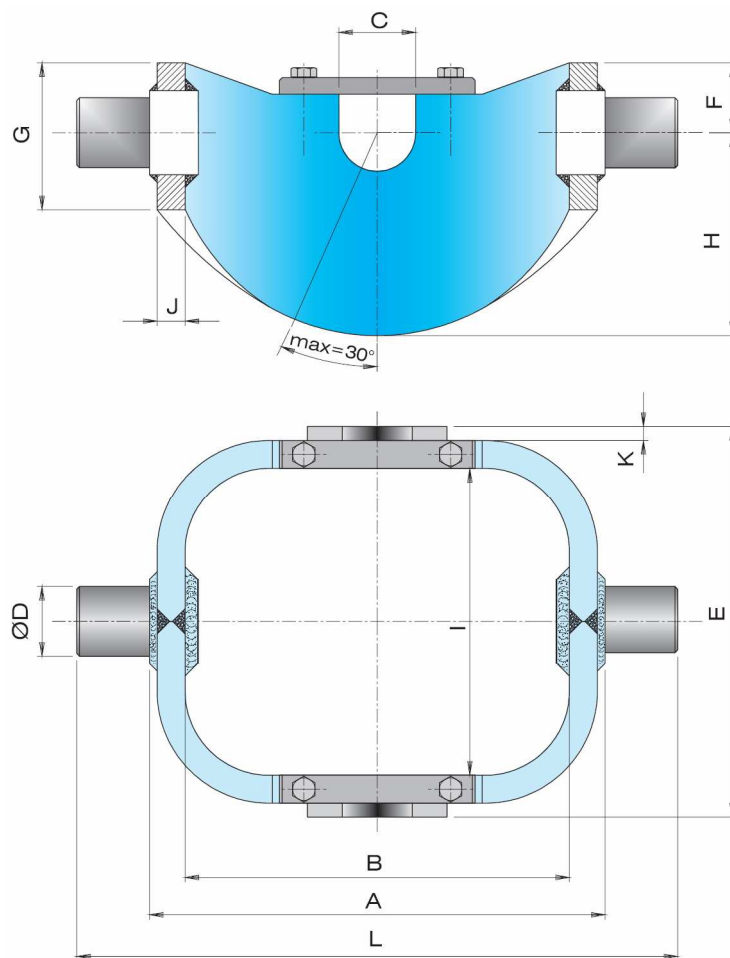
Je třeba ještě zdůraznit důležitost jednotlivých kritérií. Zákazníka zajímá především funkčnost a bezporuchovost zboží, proto je množství reklamací důležitým ukazatelem kvality. Výhoda silnější stěny stupňů u firmy Hyva je také pouze relativní, protože jí výrobce kompenzuje nižší kvalitou materiálu. Důležitý je také počet a kvalita materiálu těsnících

kroužků, protože u válců firmy Hyva dochází k častějšímu úniku hydraulického oleje z důvodu netěsnosti. V mém případě nejsou příliš důležité ani menší zástavbové rozměry hydraulického válce firmy Hyva, protože u vozidla IVECO Trakker je pro jeho uložení dostatek místa.

Z výše uvedených důvodů navrhuji použít pro vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6 hydraulický válec typu SC 1/9 – 12000C2219001 firmy Penta.

Střed hydraulického válce navrhuji umístit ve vzdálenosti 2 100 mm od středu otočného čepu. Bude vložen do kardanového kříže typu 1-34, který je od firmy Penta doporučen pro tento typ maileru, a jako celek bude umístěn do dvou objímek, které budou navařeny na pomocný rám.

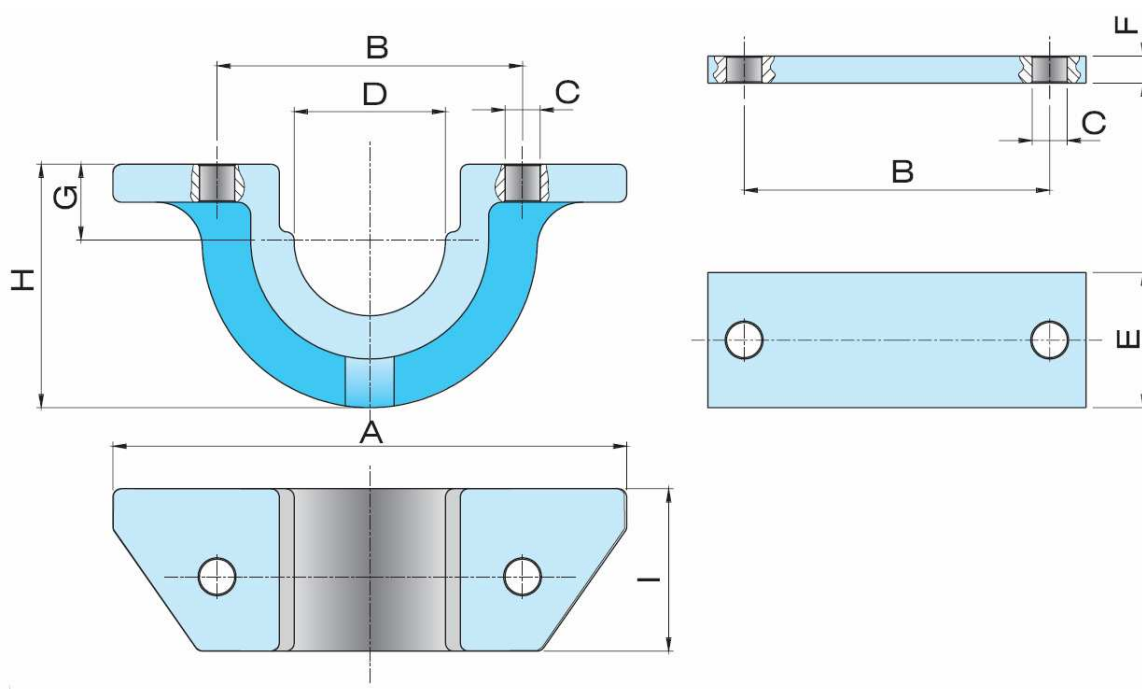
Kardanový kříž je zobrazen na obrázku 18 [4] a doplněn tabulkou 8, kde jsou uvedeny technické parametry. Objímka včetně zajištění kříže a maileru je zobrazena na obrázku 19 [4], který je opět doplněn tabulkou 9 s technickými parametry.



Obrázek 18: Kardanový kříž

Výrobní kód	Typ	Maximální nosnost	A	B	C	D	E	F	Hmotnost
			G	H	I	J	K	L	
		[kg]	[mm]						[kg]
			455	390	55	55	392	72.5	
81	1	34 000	145	177,5	312	25	15	545	49

Tabulka 8: Technické parametry kardanového kříže



Obrázek 19: Objímka se zajištěním

Výrobní kód	Typ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Hmotnost
		[mm]									[kg]
8S1	SB55	190	113	13	56	30	8	28	70	45	2

Tabulka 9: Technické parametry objímky a zajištění

7. Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo vytvoření návrhu pomocného rámu a hydraulické soustavy třístranné sklápěcí nástavby na vozidlo IVECO Trakker 260T41W 6x6 s ohledem na její pozdější využití.

V části práce jsem se zaměřil na zjednodušení komunikace se zákazníkem a vytvoření přehledného dotazníku, který by všechny jeho požadavky přesně specifikoval. Snažil jsem se také o to, aby jednotlivé části pomocného rámu byly unifikované a mohly být použity pro výrobu dalších nástaveb, což sníží jejich cenu. Výhodou je také použití slabších materiálů vyšší jakosti, které sníží hmotnost nástavby a zároveň zvýší její nosnost.

Také je třeba říci, že na trhu existují i další výrobci hydraulických komponentů, které jsem ve své práci neuvedl, protože nemají tak široký sortiment výrobků a s jejich prací nemám žádné zkušenosti.

Sklápěcí nástavba s využitím tohoto návrhu již byla realizována soukromou firmou, vozidlo je téměř rok v provozu a zatím nebyla hlášena žádná závada na pomocném rámu nebo hydraulické soustavě.

8. Seznam použité literatury

- [1] Sbírka zákonů č. 341/2002, Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů ze dne 11. července 2002 o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.
- [2] KIPPERTECH – užitkové nástavby s.r.o. Olbramice. Fotodokumentace firmy. 2008.
- [3] <http://www.trailerwin.com/>
- [4] Hydro Service Penta. Faenza RA – Italy. Katalog. 2008.
- [5] PZB Business Unit of INTERPUMP HYDRAULICS S.p.A. Calderara di Reno – Italy. Katalog. 2008.
- [6] Hyva International B.V. Alphen aan den Rijn – Nederland. Katalog. 2007.
- [7] KIPPERTECH – užitkové nástavby s.r.o. Olbramice. Výkresová dokumentace firmy. 2008.

9. Přílohy

1. Zákaznický formulář
2. Technický výkres vozidla IVECO TRAKKER AD 260T41W 6x6 [7]
3. Technický výkres sklápěcí nástavby [7]
4. Technický výkres pomocného rámu sklápěcí nástavby [7]